

## PERFORMANS TEST SONUÇLARININ DİÜRNAL GÖRÜNÜMÜ

Soner AKKURT\* Hakan GÜR\* Selçuk KÜÇÜKOĞLU\*

### ÖZET

Bazı performans test sonuçları üzerine günün farklı zaman dilimlerinin etkilerini araştırmanın amaçlandığı bu çalışmaya 20-27 yaşları arasında, orta derecede antrenman düzeyine sahip 16 erkek denek gönüllü olarak katıldı. Submaksimal ve maksimal testler 08:30-10:00 (sabah) ve 15:30-18:00 (öğleden sonra) saatleri arasında uygulandı. Her test öncesinde deneklerin dinlenik durumda oral vücut ısıları (VI), kalp vuruş sayıları (KVS), arteryel kan basınçları (KB) tespit edildi. VI ve KVS sabah ile karşılaştırıldığında öğleden sonra anlamlı ölçüde yüksek (sırası ile  $p < 0.01$  ve  $0.001$ ) bulunurken; KB ve oksijen tüketimi, maksimal oksijen tüketimi, solunumsal eşik, submaksimal egzersiz sırasında ve sonrasında oksijen tüketiminin sabah ve öğleden sonraki değerleri için anlamlı farklılıklar gözlemlenemedi.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, VI ve KVS farklılıklarına rağmen submaksimal ve maksimal performans test sonuçlarının diüurnal farklılıklar göstermediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular ışığında günün iki farklı zaman diliminde bu çalışmada kullanılan testlerin uygulanmasının ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde farklı yorumlara neden olmayacağı sonucuna varıldı.

**Anahtar Sözcükler :** Diüurnal,  $VO_2$ max, oksijen borçlanması, vücut ısı, kalp vuruş sayısı

\* Spor Hekimliği Bilim Dalı, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Bursa

Bu çalışma 22-24 Eylül 1995'de İzmir'de düzenlenen 5. Ulusal Spor Hekimliği Kongresi'nde sunulmuştur.

## SUMMARY

### DIURNAL OBSERVATIONS IN PERFORMANCE TEST RESULTS

To investigate the effects of different time periods of the day on the selected performance test results, 16 moderately trained male subjects aged 20-27 years volunteered for the study. Submaximal and maximal tests were performed in the morning (0830-1000) and in the afternoon (1530-1800). Before each test, oral body temperature (BT), heart rate (HR) and arterial blood pressure (BP) were measured in the rest period. While BT and HR were found to be significantly greater ( $p < 0.01$  and  $0.001$ , respectively) in the afternoon compared to morning values, we did not observe any significant difference between morning and afternoon values of BP and oxygen consumption during the rest, maximal consumption, ventilatory threshold,  $VO_2$  during the submaximal exercise and post exercise.

In conclusion, the findings of the study indicated that submaximal and maximal performance tests' results do not show diurnal variations in spite of the differences in BT and HR. In the light of these findings, it can be concluded that performing the tests at the two different time periods of the day as used in the present study does not influence the evaluation of the results.

**Key Words :** Diurnal,  $VO_2$  max, oxygen debt, body temperature, heart rate

## GİRİŞ

İnsanların gün içinde farklı fizyolojik özellikler gösterdikleri eski çağlardan beri bilinmektedir. İşte 24 saatlik dönemde oluşan bu döngüsel değişikliklere sirkadiyen ritmler veya diüurnal ritmler denmektedir. Çevrede oluşan ışık değişiklikleri kornea tarafından algılanıp, hipotalamus ve pineal bez gibi bazı merkezlerde değerlendirilerek değişik sistemlerin sirkadiyen ritmleri oluşturulmaktadır (19). İnsanda tanımlanan birçok diüurnal ritm vardır. Bunlardan en çok araştırılanları vücut ısısı (15, 19), dakikadaki kalp atım sayısı (7, 10, 24), sistolik ve diyastolik kan basıncındaki (23) ritmlerdir. Bu ritmler sporcu performansıyla direkt olarak ilişkilidir (6, 15, 25). Bunların yanında birçok hormonun diüurnal ritmleri de tanımlanmıştır (19).

Sporcu performansının bu ritimlerden etkilenmemesi mümkün değildir (6, 19, 24). Uzun zaman süren gözlemler sonucunda sporcuların sabah saatlerine göre öğleden sonraları daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiştir (22). Hatta patlayıcı kuvvet gerektirenler hariç atletizmdeki rekorların sıklıkla akşam saatlerinde kırıldığı tespit edilmiş ve bu başarının vücut iç ısıyla ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (19). Yapılan çalışmaların sonuçları ile gün ışığında maksimal oksijen tüketim değerlerinin öğleden sonra (özellikle vücut ısısının en yüksek olduğu saatlerde) en yüksek değerlere ulaştığı belirtilmektedir (6, 20, 21). Ayrıca öğleden sonra yorgunluğun daha az hissedildiği, egzersizi devam ettirebilme yeteneğinin ve kan laktik asit toleransının daha iyi olduğu ifade edilmektedir (16, 25). Bir kısım çalışmaların sonuçları ise maksimal oksijen tüketiminde gün içi anlamlı farklılıklar olmadığına işaret etmektedir (20, 21). Bazı araştırmacılar maksimal oksijen tüketim değerleri gün içinde anlamlı farklılık göstermemesine karşın egzersizi devam ettirebilme süresinin öğleden sonra daha iyi olmasını, öğleden sonra anaerobik kapasitenin daha fazla kullanılabilmesine bağlamaktadırlar (22). Ayrıca motivasyonel faktörlerin de bu parametrelerin sonuçları üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (22). Anaerobik özelliklerin öğleden sonra daha iyi olduğu, anaerobik güç ve kapasite test sonuçlarının özellikle vücut ısısının pik yaptığı saatlerde maksimal değerlere ulaştığı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (17, 22). Anaerobik enerjinin ağırlıklı olarak kullanıldığı aktivitelerin yarışmalarında derecelerin öğleden sonra daha iyi çıktığı da araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (2). Oksijen borcu değerleri sporcunun egzersiz sonrası toparlanma döneminin değerlendirilmesinde ve anaerobik fonksiyonları hakkında bilgi edinmek amacı ile araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan bir parametredir (13). Çalışmalarda ve performans testlerinde sporcuların anaerobik kapasitelerini belirlemek için egzersiz sonrası artmış  $O_2$  tüketimi veya diğer bir ifade ile oksijen borcu sıkça kullanılan bir parametre olmasına karşın, diurnal özelliği ile ilgili çalışmalar ve bilgiler literatürde yetersizdir.

Bilindiği gibi sporcu performansı testleri sıklıkla çalışma saatleri (0800-1800) içinde farklı zaman dilimlerinde uygulanmakta ve sonuçları değerlendirilmektedir. Bu çalışma ile bu tür bazı testlerin günün değişik saatlerinde yapılmasının sonuçlar üzerine olası etkilerini incelemeyi amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

**Denekler:** Çalışmamıza Bursa 1. Amatör kümede futbol oynayan 16 denek gönüllü olarak katıldı. Denekler 3-10 yıllık futbol geçmişine sahiptiler ve haftada en az iki gün antrenman yapmaktaydılar. Deneklere çalışma hakkında gerekli bilgiler verildikten sonra genel fizik muayeneden geçirildiler. Deneklere testler öncesinde herhangi bir ilaç kullanmamaları, testten önceki gün zorlu bir aktivite yapmamaları, testin yapılacağı günün öncesindeki akşam yeterli bir düzeyde uyumaları ve testlerden önceki üç saat içinde çay, kahve ve de sigara içmemeleri gerektiği belirtildi. Testler arasında yeterli dinlenimi sağlamak amacı ile 1-3 gün ara verildi.

**Submaksimal test:** Her dört dakikada bir yükün arttırıldığı toplam 16 dakika süren bir test ile, deneklerin oksijen tüketim değerleri ile yük arasındaki regresyon eğrisinin analizini yapmak hedeflendi. Test yükü, deneklerin kalp vuruş sayıları ve egzersiz şiddetini subjektif değerlendirme (5) değerleri göz önüne alınarak arttırıldı. Son yük deneklerin maksimumlarının % 70-85'i olacak şekilde ayarlandı. Regresyon eğrisinin katsayısı (r) 0.98'den küçük ise testler başka bir gün tekrarlandı. Elde edilen kişisel formlere maksimal  $O_2$  tüketim ( $VO_2$  max) değerleri eklenerek deneklerin % 60'luk yükleri hesaplandı.

**Maksimal test:** Her üç dakikada bir yükün arttırıldığı ve denegin 7-10 dakikada tükenmesinin hedeflendiği bu testin başlangıç yükü submaksimal test sırasında elde edilen subjektif değerlendirmeler göz önüne alınarak seçildi. Deneklerin tükenene kadar bisiklet çevirdikleri bu test; denekler egzersizi daha fazla sürdüremeyeceklerini işaret ettiklerinde, pedal çevirme hızı bütün gayretlere rağmen 55 devir.  $dak^{-1}$  veya altında, kalp atım sayısı 220-yaş sınırında ve solunum bölümü değeri 1.20 veya üzerinde ise maksimal olarak kabul edilip sonlandırıldı. Eğer test değerleri bu kriterlerin dışında kalıyorsa test tekrarlandı. Diüurnal testlerde kullanılacak yüklerin hesaplanması amacı ile yapılan submaksimal ve maksimal testler deneklere günün herhangi bir saatinde uygulandı.

### Diüurnal testler:

**Testlerin uygulanışı:** Bütün testler saat 8.30-10:00 (sabah) ve saat 15:30-18:00 (öğleden sonra) arasında yapıldı. Testlerde kullanılan alet ve yöntemlere deneklerin uyumlarının sonuçlar üzerine olası

etkilerini ortadan kaldırmak için deneklerin yarısına ilk testleri sabah, ikinci testleri öğleden sonra; diğer yarısına ise ilk testleri öğleden sonra ikinci testleri ertesi gün sabah uygulandı. Maksimal ve submaksimal diürnal testlerin sırası da benzer şekilde belirlendi.

**İstirahat ölçümleri:** Denekler diürnal testler öncesinde sessiz ve loş bir odada 30 dakika sırt üstü yatar bir pozisyonda dinlendirildi. Dinlenme boyunca deneklerin kalp atım sayıları, son 10 dakika içinde üçer dakika ara ile iki kez sol koldan arteryel kan basınçları ve son 5 dakika içinde oral (sublingual) vücut ısısı değerleri tespit edilerek kaydedildi. Kan basıncı değeri olarak iki ölçümün ortalaması alındı.

**Oksijen borcu testi:** Denekler istirahat ölçümlerini takiben rahat bir koltukta sessiz ve hareketsiz bir şekilde oturarak 10 dakika boyunca laboratuvarın havasını bir maske aracılığı ile soludular. Bu süre zarfında deneklerin hazırlanabilen bazal istirahat şartlarındaki oksijen tüketimi değerleri ölçüldü ve son 5 dakikalık bölümü istirahat  $O_2$  tüketim ( $VO_2$ ) değeri olarak alındı.

*Submaksimal (% 60) oksijen tüketimi:* İstirahat  $VO_2$  değerleri hesaplandıktan sonra denekler daha önceden hesaplanan % 60'lık yükleri ile 20 dakika pedal çevirdiler. Pedal çevirme hızı 60 devir.  $dk^{-1}$ 'a ulaştığında test süresi başlatıldı ve 20 dakika dolunca teste son verildi. Bu süre boyunca  $VO_2$  ve kalp vuruş sayısı sürekli kaydedildi.

*Oksijen borçlanması:* Yirmi dakikalık submaksimal egzersiz takiben 30 dakika sürekli bir şekilde deneklerin oksijen tüketim ölçümüne devam edilerek egzersiz sonrası artmış  $VO_2$  veya diğer bir tanımla oksijen borçlanması ( $VO_{2BORÇ}$ ) hesaplandı.

**Maksimal  $O_2$  tüketim testi:** İstirahat ölçümlerini takiben denekler 1.5 kg ağırlıkla 5 dakika bisiklet çevirdikten sonra 5 dakika süre ile kendi istekleri doğrultusunda germe ve kalistenik egzersizler yaptırılarak ısınmaları sağlandı. Daha sonra maksimal test yukarıda açıklanan uygulamaları ile sabah ve öğleden sonra olmak üzere tekrarlandı. Solunumsal eşikte tüketilen oksijen miktarı ( $VO_{2SE}$ ),  $VCO_2 / VO_2$  oranındaki düzenli ilişkinin bozulduğu noktadaki  $VO_2$  değeri olarak hesaplandı (3).

**Ergospirometri:** Bütün testlerde kefeli bisiklet ergometresi (Monark Weight Ergometer 814 E, İsveç) pedal hızı ortalama 60 devir.  $dk^{-1}$

olacak şekilde kullanıldı. Her test öncesinde ergometre ağırlığı daha önceden tespit edilmiş olan 5 kg'lık bir yükü kalibre edildi. Testler sırasında O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimi "breath by breath" yöntemi kullanılarak Sensormedics 2900 metabolik analizörü (ABD) ile hesaplandı. Her test öncesinde ortamın nemi, ısı ve barometrik basıncı bilgisayara yüklenerek hesaplamalara dahil edildi. Testler sırasında kalp vuruş sayısı sol el işaret parmağına takılan bir alıcıyla (Sensormedics Oxysuttle Pulse Oxymeter, ABD) bilgisayara kaydedildi.

**İstatistik:** Ortalama  $\pm$  standart sapma hesaplamaları ve regresyon analizleri için rutin testler kullanıldı. Deneklerin sabah ve öğleden sonra elde edilen değerlerinin karşılaştırmasında ise eşleştirilmiş t-testi uygulandı. P<0.05 değeri istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan denekler (n=16) ortalama  $22.7 \pm 2.0$  (20-27) yaş,  $173.5 \pm 5.3$  (164-185) cm boy ve  $70.5 \pm 2.9$  (66-74) kg vücut ağırlığı değerlerine sahiptiler. Deneklerin günün iki farklı zaman diliminde test edilen özelliklerinin aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapmaları ve öğleden sonra - sabah değerleri arasındaki farklılıkları [(Öğ / Sab x 100) - 100] Tablo 1, 2, ve 3'de özetlendi. İstirahat oral vücut ısı ve kalp atım sayısı dışındaki parametreler öğleden sonra ile sabah değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel anlamlı farklılıklar göstermemekteydi. Vücut ısı ve kalp atım sayısı değerleri ise sabah ile karşılaştırıldığında öğleden sonra daha yüksekti (sırası ile p < 0.01 ve 0.001, Tablo 1).

Tablo 1. Deneklerin dinlenik şartlarda ölçülen bazı özelliklerinin sabah ve öğleden sonraki ölçüm sonuçları (Ort  $\pm$  SD).

	Sabah	Öğleden Sonra	Fark (%)
Vücut ısı (°C) (n=31)	36.3 $\pm$ 0.3	36.8 $\pm$ 0.4**	1.38
Kalp vuruş sayısı (dk <sup>-1</sup> ) (n=31)	60 $\pm$ 6	64 $\pm$ 7*	6.67
Sistolik kan basıncı (mmHg) (n=31)	114 $\pm$ 10	114 $\pm$ 6	0
Diyastolik kan basıncı (mmHg) (n=31)	83 $\pm$ 7	83 $\pm$ 7	0
VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> ) (n=15)	1.96 $\pm$ 0.83	1.93 $\pm$ 0.65	- 1.53

\* p < 0.01, \*\* p < 0.001

## Performans Test Sonuçlarının Diüurnal Görünümü

Tablo 2. Deneklerin (n=16) bazı aerobik ve anaerobik özelliklerinin sabah ve öğleden sonraki ölçüm sonuçları (Ort ± SD).

	Sabah	Öğleden Sonra	Fark (%)
VO <sub>2</sub> max (l. dk <sup>-1</sup> )	2868 ± 277	2901 ± 294	1.15
VO <sub>2</sub> max (ml. kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> )	40.7 ± 4.0	41.2 ± 4.3	1.23
Maksimal kalp vuruu sayısı (dk <sup>-1</sup> )	189 ± 9	189 ± 8	0
Maksimal RQ	1.42 ± 0.08	1.40 ± 0.09	-1.40
VO <sub>2</sub> SE (ml.kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> )	28.8 ± 3.8	28.1 ± 3.6	-2.40
% VO <sub>2</sub> SE	70.7 ± 5.8	68.3 ± 5.1	-3.39

RQ = Solunum bölümü, VO<sub>2</sub>SE = Solunumsal eşikte tüketilen O<sub>2</sub>,  
% VO<sub>2</sub>SE = Maksimal oksijen tüketiminin yüzdesi

Tablo 3. Deneklerin (n=15) VO<sub>2</sub>max'larının % 60'ını tüketecekleri yükte 20 dakika sürdürdükleri egzersiz sırasında (VO<sub>2</sub>Egz) ve sonrasında toplam oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>Egz Son, 30 dk) ve toplam oksijen borç (VO<sub>2</sub>Borç, 30 dk) değerlerinin sabah ve öğleden sonraki ölçüm sonuçları (Ort ± SD).

	Sabah	Öğleden Sonra	Fark (%)
VO <sub>2</sub> Egz (ml. dk <sup>-1</sup> )	551.6 ± 78.4	557.3 ± 93.0	1.03
Kalp vuruu sayısı (dk <sup>-1</sup> )	161 ± 19	163 ± 19	1.24
VO <sub>2</sub> Egz Son (ml.kg <sup>-1</sup> )	82.0 ± 18.9	82.1 ± 20.0	0
VO <sub>2</sub> Borç (ml.kg <sup>-1</sup> )	23.3 ± 9.9	24.2 ± 11.7	3.86

## TARTIŞMA

### İstirahat Ölçümleri:

**Vücut ısısı:** Öğleden sonra sabah ile karşılaştırıldığında 0.5°C (% 1.38) daha yüksek bulduğumuz oral vücut ısısı değerleri birçok araştırmacının bulguları ile uyum içerisindedir (14, 17). Egzersiz sırasında kasların belirli bir ısıya ulaştıkları ve optimal verimin bu ısıda oluştuğu bilinmektedir. Vücut ısı artışı ile egzersiz performansı arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (19, 25). Ayrıca sporcuların rekor denemeleri için genelde vücut ısısının pik yaptığı saatleri

seçtikleri ve atletizmdeki rekorların akşam saatlerinde vücut ısısının pik yaptığı evrelerde kırıldığı da ifade edilmektedir (18). Cable ve Reilly (6)  $VO_2$ , ekspire edilen hava hacminin ( $V_E$ ) ve maksimal kalp vuru sayısının rektal ısının pik yaptığı evrede yükseldiğini tespit etmişlerdir. Hill ve arkadaşları (15) ise sabah ve öğleden sonra tespit ettikleri vücut ısısı değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulmalarına rağmen  $VO_{2max}$  ve  $VO_2$  için farklılık gözlemleyememişlerdir. Benzer bir şekilde bu çalışmada da vücut ısısı değerlerindeki farklılıklara rağmen sabah ve öğleden sonra elde edilen  $VO_{2max}$ , submaksimal egzersizdeki  $VO_2$  ve  $VO_{2BORÇ}$  gibi değerler açısından anlamlı farklılıklar bulunamamıştır.

**Kalp vuru sayısı:** İstirahat kalp vuru sayısının diüurnal özellik gösterdiği araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir ( 14, 17, 24). Kalp vuru sayısının akşam saatlerinde yükseldiğini belirtirken sabah ve akşam farkı 11 (17) ve 4-7 (14) vuru.  $dk^{-1}$  olarak ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise öğleden sonraki değerler 4 vuru.  $dk^{-1}$  olarak daha yüksekti. Bu farklılık vücut ısısında gözlenen değişikliklerle ilgili olabileceği gibi sempatik sinir sistemi ve norepinefrin aktivitesiyle de ilişkili olabilir (24).

Submaksimal ve maksimal nabız sayılarının da istirahat nabızı gibi ritm gösterdiği, akşam saatlerinde arttığı, ancak amplitüdünün daha düşük olduğu belirtilirken (23), bazı çalışmalarda da maksimal kalp vuru sayısının gün içinde değişiklikler göstermediği bildirilmiştir (14). Maksimal kalp vuru sayısı gün içinde değişiklik göstermediği bildirilmiştir (14). Maksimal kalp vuru sayısı ve egzersiz performansı arasında ise gün içi değişiklik tanımlanamamıştır. Kalp atım gücünün de diüurnal özellik göstermediği de belirtilmiştir (11).

**Arteriyel kan basıncı:** Kan basıncının gün içinde değişiklik gösterip göstermediği ile ilgili çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Bazı çalışmalarda sabah değerlerinin yüksek olduğu, gün ilerledikçe düştüğü ve bunun katekolamin ve sempatik sinir sistemine bağlı olduğu belirtilirken (23), diğer bir çalışmada da gün ilerledikçe arttığı ifade edilmektedir (20). Hill ve arkadaşları (14) ise saat 15:30-18:00 ve 06:00-08:30 arasında yaptıkları ölçümlerde sistolik ve diyastolik kan basınçları arasında fark bulamamışlardır. Sunulan bu çalışmada ölçüm yapılan günün iki farklı zaman dilimi için de kan basınç değerleri olarak farklılıklar gözlemlenememiştir.



Sistolik kan basıncının gün içinde yapılan egzersize yanıtında fark bulunamazken diyastolik kan basıncının sabahın erken saatlerinde yapılan izometrik egzersizlerde daha çok yükseldiği ileri sürülmektedir (7). Yasue ve ark. (26) ise sabahın erken saatlerinde varyant anginalı hastalardaki egzersizlerin angınayı daha çabuk uyardığını ve bunun da sabah saatlerinde sistolik basıncın daha fazla yükselme-sine bağlı olduğunu belirtmektedirler.

**Oksijen tüketimi:** Literatürde istirahat oksijen tüketim değerlerinin gün içinde vücut ısısındaki artışa paralel olarak % 0.5'lik değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (19). Sunulan bu çalışmada tespit edilen yaklaşık % 1.5'luk fark optimal istirahat şartlarının sağlanmasındaki sıkıntılardan kaynaklanmış olabilir.

#### **Performans testleri:**

**Maksimal oksijen tüketimi:** Literatürde bu konuda farklı çalışma sonuçları bildirilmekle beraber, maksimal oksijen tüketim değerlerinin gün içerisinde çok az değişiklik gösterdiği kanısı ağırlık kazanmaktadır. Çeşitli araştırmalarda  $VO_2max$ 'ın gün içindeki değişimlerinde varyasyon katsayısı % 2.9 olarak bulunmuştur (20, 21). Sunulan bu çalışmada da özellikle vücut ısısının yükseldiği öğleden sonra saatlerinde  $VO_2max$  değerinin % 1.2 daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Ancak vücut ısısındaki fark gün içinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermesine karşın oksijen tüketim değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir. Maksimal kalp vuruş sayısı değerleri de sabah ile öğleden sonra ölçüm sonuçları olarak anlamlı farklılık göstermezken literatürde maksimal kalp vuruş sayısı ve  $VO_2max$  değerlerinin özellikle vücut ısısının pik yaptığı saatlerde yükseldiği ifade edilmektedir (10). Kol ergometresiyle yapılan çalışmalarda pik  $VO_2$  ve maksimal kalp vuruş sayısı değerlerinin vücut ısısının pik yaptığı akşam saatlerinde yüksek çıktığı belirtilmektedir (6). Çalışma sonuçları arasındaki farklılık, deneklerin kişilik özellikleri ve bazı motivasyonel faktörlere bağlı olabileceği gibi, bu çalışmalarda kullanılan egzersiz modellerinin (kol veya bacak ağırlıklı olması gibi) farklılığının bir sonucu da olabilir. Literatürde kişilik özelliklerinin oksijen tüketim değerlerini etkilediğini belirten çalışma sonuçları da vardır (4, 14). İçer dönük kişilik yapısında olanların sabah performanslarının daha iyi olduğu; dışer dönük kişilerin de öğleden sonra daha iyi oldukları belirtilmektedir (4). Hill ve arkadaşları (14) sabahçı ve akşamcı tipler

olarak iki gruba ayırdıkları deneklerden akşamcı tiplerde  $VO_2$  max'ın akşam daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

**Submaksimal oksijen tüketimi:** Sunulan bu çalışmada toplam submaksimal oksijen tüketim değerleri olarak sabah ve öğleden sonra arasında fark tespit edemedik. Bu egzersiz şiddetinin düşük olmasına bağlı olabilir, çünkü düşük şiddetteki egzersizlerde gün içi farklılığın daha az olduğu, egzersiz şiddeti arttıkça diüurnal özelliğın belirginleştiği ifade edilmektedir (16). Literatürde orta şiddetteki egzersizlerde organizmada enerji oluşturulmasına yönelik substrat seçiminin sabah ve öğleden sonra farklılık göstermediğini belirten bulgular vardır (20). Buna karşın submaksimal egzersizlerde  $V_E$ 'nin hava yolu direncinin sabah artmasına bağlı olarak gün içi değişiklik gösterdiği ve bu değişiklikten nöroendokrin mekanizmaların sorumlu olduğu belirtilmektedir (8). Reilly ve Brooks (20) ise submaksimal egzersiz sonrası  $V_E$  ve  $VO_2$ 'nin akşam saatlerinde daha yüksek çıktığını belirtmektedirler. Ayrıca egzersiz şiddeti arttıkça öğleden sonra  $VO_2$  değerlerinin sabaha göre artış gösterdiği ifade edilerek farklılıklar solunum zincirindeki bir enzim etkisiyle açıklanmaktadır (15). Maksimal egzersizlerde olduğu gibi submaksimal egzersizlerde de egzersizin şiddetini algılamanın öğleden sonra ile sabah arasında farklılıklar gösterdiği ifade edilmektedir (19). Ilmarinen ve arkadaşları (16) 250 W'lık submaksimal egzersizin şiddetini algılamada diüurnal özellik tespit ederken 130, 150, 170 W'lık submaksimal egzersizlerde de şiddeti algılamanın akşam saatlerinde daha az olduğunu belirtmişlerdir.

**Solunumsal eşik:** Solunumsal eşik değerleri günün iki farklı zaman dilimi için anlamlı farklılıklar göstermemekteydi. Bu sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur (14, 20). Ancak sabah ve öğleden sonra yapılan antrenmanlara cevap olarak solunumsal eşik değerlerinde antrenmana bağlı farklılıkların olduğu ileri sürülmektedir (7). Yine solunumsal eşığın altında ve üstünde yapılan egzersizlerde, şiddeti algılama açısından farklılıklar olduğu, sabah yapılan egzersizlerde şiddetin daha az algılandığı ve bunun da düşük solunumsal eşığe bağlı olabileceği belirtilmektedir (14).

**Oksijen borcu:** Egzersiz sonrası artmış oksijen tüketiminden; artmış vücut ısısı, kan laktik asit düzeyi, katekolamin düzeyi, boşalan ATP ve fosfokreatin depolarının doldurulması gibi birçok faktör sorumlu

tutulmaktadır (1). Sabah ile öğleden sonra karşılaştırmasında egzersiz sonrası artmış oksijen tüketimi değerleri arasında farklılık bulamamamız, günün iki farklı zaman diliminde yapılan aynı şiddeteki egzersize vücudun ısı, kan laktik asit ve katekolamin düzeyleri açısından benzer yanıt verdiğiine işaret ediyor olabilir. Egzersize kalp atım sayısı ve oksijen tüketimi olarak benzer yanıtların tespit edilmesi de bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Buna karşın hayvan çalışmalarında karaciğer glükozunun akşam egzersizlerinde daha az olduğu, ancak kan glükozunda farklılık olmadığı (12); diğer bir çalışmada ise tam tersi bir şekilde egzersizin sabah daha iyi yapıldığı ve sabah kas glikojeninin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (9).  $VO_{2BORÇ}$  olarak gün içi farklılık bulamamamızın bir nedeni de bu çalışmada kullandığımız egzersizin şiddetinin düşük olması olabilir. Zira  $VO_{2BORÇ}$ , egzersizin süresi ve şiddeti ile yakından ilişkilidir ve  $VO_{2max}$ 'ın % 50'sinin altında yapılan egzersizlerde  $VO_{2BORÇ}$  fazla artmamaktadır (13).

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları istirahat vücut ısısı ve kalp vurum sayısındaki farklılıklara rağmen submaksimal ve maksimal performans test sonuçlarının diürnal farklılıklar göstermediğini ortaya koymaktadır. Bu olgular ışığında bu çalışmada kullanılan testlerin günün iki farklı zaman diliminde uygulanmasının, incelenen sonuçların değerlendirilmesinde farklı yorumlara neden olmayacağını söylemek mümkündür.

#### KAYNAKLAR

1. Astrand PO, Rodahl K: Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise. London, McGraw-Hill, 3rd ed, 1988, pp. 303-4.
2. Baxter C, Reilly T: Influence of time of day on all-out swimming. Br J Sports Med 17: 122-7, 1983.
3. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J Appl Physiol 60: 2020-7, 1986.
4. Blake MJF: Relation between circadian variation of body temperature and introversion-extroversion. Nature (London) 215: 896-7, 1967.
5. Borg GAV: Perceived exertion: quote on history and methods. Med Sci Sports 5: 90-3, 1973.

6. Cable T, Reilly T: Influence of circadian rhythms on arm exercise. *J Hum Mov Studies* 13: 12-5, 1987.
7. Cabri J, Clarys JP, De Witte B, Reilly T, Strass D: Circadian variation in blood pressure responses to muscular exercise. *Ergonomics* 31: 1559-65, 1988.
8. Cinkotai FF, Thomson ML: Diurnal variation in pulmonary diffusing capacity for carbon monoxide. *J Appl Physiol* 21: 539-42, 1966.
9. Clark JH, Conlee RH: Muscle and liver glycogen content: diurnal variation and endurance. *J Appl Physiol* 47: 425-8, 1979.
10. Cohen CJ: Human circadian rhythms in heart rate responses to a maximal exercise stress. *Ergonomics* 23: 591-5, 1980.
11. Davies CTWL, Sargeant AJ: Circadian variation in physiological responses to exercise on a stationary bicycle ergometer. *Br J Industrial Med* 32: 110-4, 1975.
12. Garetto LP, Armstrong RB: Influence of circadian rhythms on rat muscle glycogen metabolism during and after exercise. *J Exp Biol* 102: 211-22, 1983.
13. Gore CJ, Withers RT: Effect of exercise intensity and duration on the oxygen deficit and excess post-exercise oxygen consumption. *Eur J Appl Physiol* 60: 169-74, 1990.
14. Hill DW, Cureton KJ, Collins MA, Grisham SC: Diurnal variations in responses to exercise of morning types and evening types. *J Sports Med Phys Fitness* 28: 213-9, 1988.
15. Hill DW, Cureton KJ, Collins MA, Grisham SC: Effect of the circadian rhythm in body temperature on oxygen uptake. *J Sports Med Phys Fitness* 28: 310-2, 1988.
16. Ilmarinen J, Ilmarinen R, Korhonen O, Nurminen M: Circadian variation of physiological function related to physical work capacity. *Scand J Work Environ Health* 6: 112-22, 1980.
17. Melhim AF: Investigation of circadian rhythms in peak power and mean power of female physical education students. *Int J Sports Med* 14: 303-6, 1993.

18. Reilly T: Circadian rhythms and exercise. In: Exercise, Benefits, Limits and Adaptations, D Macleod, RJ Maughan, M Nimmo, T Reilly, and C Williams, Eds., London, E and FN Spon, 1987, p. 346.
19. Reilly T: human circadian rhythms and exercise. Biomedical Engineering 18: 165-80, 1990.
20. Reilly T, Brooks GA: Investigation of circadian rhythms in metabolic responses to exercise. Ergonomics 25: 1093-107, 1982.
21. Reilly T, Brooks GA: Selective persistence of circadian rhythms in physiological responses to exercise. Cronobiol Internat 7: 59-67, 1990.
22. Reilly T, Down A: Time of day and performance on all out arm ergometry. In: Kinanthropometry III, T Reilly, J Watkins, J Borms, Eds., London, E and FN Spon, 1986, p. 296.
23. Reilly T, Robinson G, Minors DS: Some circulatory responses to exercise at different times of day. Med Sci Sports Exerc 16: 477-82, 1984.
24. Sindrup JH, Kastrup J, Christensen H, Jorgensen B: Nocturnal variation in peripheral blood flow systemic blood pressure and heart rate in humans. Am J Physiol (Heart Circ Physiol) 261: 982-8, 1991.
25. Wilby J, Linge K, Reilly T, Troup JDG: Spina shrinkage in females: circadian variation and the effects of circuit weight training. Ergonomics 30: 47-54, 1987.
26. Yasue H, Omote S, Tkizawa A, Nagao M, Miwa K, Tanaka S: Circadian variation of exercise capacity in patients with Prinzmetal's variant angina: role of exercise-induced coronary arterial spasm. Circulation 59: 938-48, 1979.